



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

(21) WP A 61 B / 259 114 2

(22) 02.01.84

(45) 11.12.85

(71) Medizinische Akademie Erfurt, 5060 Erfurt, Nordhäuser Straße 74, DD

(72) Rößner, Bernhard, Dr. med.; Brechling, Bernhard, Dr. med.; Rößner, Gerhard, Dipl.-Ing.; Schulz, Fred; Fink, Horst, Dipl.-Ing.; Künzel, Rudolf, Dipl.-Ing., DD

(54) Druckalgometer mit elektronischem Steuer- und Meßsystem

(57) Das Druckalgometer mit elektronischem Steuer- und Meßsystem dient in der Rheumatologie der Quantifizierung der entzündlichen und neutralen Druckschmerzsensitivität. Das Grundprinzip beruht auf der apparativen Ermittlung der zur Schmerzauslösung und zum Erreichen der Schmerztoleranzgrenze erforderlichen Druckkraft als semiobjektive Kenngröße. Das erfindungsgemäße Druckapplikationssystem ist in seinen Abmessungen und Funktionsparametern für eine weitgehend standardisierte und zugleich universelle Anwendung in den sehr differenten Fingereinzelenk-, Hand-, Vorfuß-, Unterarm-, Schienbein- und Stirnbereichen bei Rheumatoid-Arthritis-Patienten ausgelegt. Der Erfassung der druckalgotmetrischen Kenngrößen des für Therapieeffektbeurteilungen relevanten und repräsentativen Gänsslen'schen Zeichens durch seitliche Kompression der Fingergrundgelenke II-V und Vorfüße wird durch entsprechende konstruktive Gestaltung des Systems entsprochen. Die Applikation eines definierten, wegarm und linear in der Größenordnung 0–250 Newton zunehmenden Druckes wird durch ein Kraftwaagesystem mit integrierter Antriebseinheit realisiert, wobei ein elektrisch angekoppeltes Abtast- und Anzeigesystem die erzeugte Druckkraft simultan wiedergibt und die Kennwerte einer Meßserie speichert. Ein teilprogrammiertes Steuerungssystem gewährleistet alle Vorwahlfunktionen und eine für den Untersucher unaufwendige Bedienung des Gerätes.

Titel der Erfindung

Druckalgometer mit elektronischem Steuer- und Meßsystem

Anwendungsgebiet der Erfindung

In der Rheumatologie dient das Gerät zur Quantifizierung des entzündlichen Druckschmerzes über einzelnen oder mehreren benachbarten Gelenken im Hand- und Vorfußbereich und zur Ermittlung der "neutralen" Drucksensitivität (Druckschmerzempfindlichkeit) über vergleichbaren nichtentzündlichen Bereichen (Stirn, Unterarm, Schienbein).

Der entzündliche (arthritische) Druckschmerz ist nach der klinischen Erfahrung mit dem lokalen arthritischen Spontanschmerz vergleichbar. Für die bei 2 % der Bevölkerung auftretende und damit häufigste entzündliche rheumatische Erkrankung, die Rheumatoid-Arthritis, ist der Befall der Finger- und Zehengrundgelenke besonders charakteristisch. Deshalb korreliert bei dieser Krankheit der durch seitlichen Kompressionsdruck auf die Fingergrundgelenke II-V (Gänsslen'sches Zeichen) provozierte Schmerz in seinen algometrischen Parametern signifikant mit dem mit Hilfe der visuellen Analogskala erfaßten Spontanschmerz, mit manuellen Funktionsparametern (Greifkraft) sowie der systemischen Prozeßaktivität und ist insbesondere für die Therapieeffizienzbeurteilung ein sensibler, repräsentativer und gut vergleichbarer Kennwert.

Nach dem Schrifttum stellt die "neutrale" Drucksensitivität eine Teilkomponente der individuellen Schmerzempfindlichkeit dar und ist daher zur Relativierung des arthritischen Druckschmerzes geeignet.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Zur Quantifizierung des arthritischen Druckschmerzes einzelner Gelenke existieren nach dem Schrifttum ein "Dolorimeter" nach McCarty, Gatter und Phelps (Arthrit.Rheumat. 8(1965)551-559), ein "Palpameter" nach Hollander (Arthrit.Rheumat. 6(1963)277-283) und ein Druckalgometer nach Rejholec (Schweiz.Rundschau) Med. (Praxis) 61(1972)1588-1592). Letzteres stand für eigene Untersuchungen zur Verfügung und stellt die pneumatische Ankopplung eines Druckapplikationssystems an ein Blutdruckmanometer unter Zwischenschaltung eines 1-1-Glasballons als Druckausgleichgefäß dar. Durch manuelle Betätigung eines Tonometergummi-ballons wird in dem Verbundsystem eine meßbare Luftdruckerhöhung erzeugt, die einen Gleitkolben mit Druckkopf auf das zu untersuchende Fingergelenk preßt. Wesentliche Nachteile stellen die Inkonstanz der Druckerhöhung pro Zeiteinheit, die zu geringe Meßbreite (bis 300 mmHg entsprechend 60 Newton) sowie vor allem seine alleinige Anwendbarkeit für Fingereinzelenke dar. Des weiteren wird durch die manuelle Gerätebetätigung der Untersucher zu stark vom eigentlichen Meßvorgang und der erforderlichen Beobachtung des Patienten abgelenkt.

Gefunden wurde weiterhin ein auf dem Prinzip der pneumatischen Druckübertragung und -messung beruhendes "Gerät zum Messen der (neutralen) Druckschmerzschwelle an der Schienbeinvorderfläche des Menschen" gemäß Patentschrift 52629/1966 (DD). Abgesehen von seiner begrenzten Einsatzmöglichkeit erfüllt dieses Gerät nicht die aus methodischer und neurophysiologischer Sicht für Vergleichsuntersuchungen unverzichtbaren Standardisierungsbedingungen, vordergründig im Sinne eines konstanten und linearen Druckanstieges.

Ähnliche Nachteile ergeben sich bei dem Druckalgometer nach Keele (Lancet 1(1954)636-639) für Untersuchungen im neutralen Stirnbereich (Huskisson, Hart: Brit.Med.J. 4(1972)193-195) und bei dem auf dem gleichen Prinzip beruhenden og. Dolorimeter nach McCarty zur Quantifizierung der "articular tenderness", also der Gelenkempfindlichkeit beziehungsweise arthritischen Druckdolenz. Beide Algometer bestehen aus einem verschieblichen stiftförmigen Druckapplikator von 5 mm Durchmesser und einem diesen umgebenden Metallzylinder.

Wird der Metallzylinder mit dem am offenen Ende herausragenden Druckapplikator mit zunehmender Kraft auf die zu algome-

trierende von gepreßt, so schiebt sich Stift gegen den Widerstand einer Druckfeder in den Zylinder hinein. Die applizierte Druckkraft kann über eine Eichskala abgelesen werden. Auch wenn Huskisson zur annähernden Zeitkonstanz der Druckerhöhung zusätzlich ein Metronom benutzt, ist die Messung umständlich, die Meßergebnisse sind nicht zu speichern und schlecht reproduzierbar. Meßgenauigkeit und -breite entsprechen nicht den Erfordernissen. Druckalgometrische Messungen des für die Therapiebeurteilung relevanten und dem Spontanschmerz nahestehenden Gänsslen'schen Zeichens sind mit allen wiedergegebenen Geräten nicht möglich, ihre Anwendungsbreite ist damit limitiert.

Gefunden wurde weiterhin eine zum Zwecke der Augendruckmessung entwickelte "Vorrichtung zur definierten lage- und wegunabhängigen Krafterzeugung und -messung in medizinischen Untersuchungsgeräten" gemäß OS 2638169/1978 (DE). Die Druckkraft wird dabei durch ein Elektromagnetsystem erzeugt, über einen schwenkbaren, zweiarmigen Hebel und einen auf die Untersuchungsstelle aufsetzbaren Kontaktkörper übertragen und mit Hilfe der Stromzuführung gemessen und gesteuert. Nachteile bestehen in der nicht gegebenen Linearität der Kraftzunahme, in der begrenzten, für algometrische Anwendungen nicht geeigneten Druckapplikations- und -meßbreite sowie im hohen Herstellungsaufwand.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, den arthritischen Druckschmerz einzelner Gelenke und repräsentativer Gelenkgruppen quantitativ zu erfassen und durch zusätzliche Messung der neutralen Drucksensitivität die lokale entzündliche mit der primär nichtentzündlichen Drucksensitivität vergleichbar zu machen. Als wesentliche Kenngröße dient dabei die für das Erreichen der Schmerzschwelle und -toleranzgrenze erforderliche Druckkraft, die unter standardisierten, vergleichbaren und reproduzierbaren Bedingungen simultan zu applizieren und zu messen ist.

Darstellung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein in allen angegebenen Körperbereichen funktionsfähiges druckalgometrisches Gerätesystem zu schaffen, das mit exakt vergleichbaren techni-

schen Standard und ohne größeren Wegeverlust eine mechanisierte, elektronisch steuer- und meßbare, zeitkonstant ansteigende Druckapplikation als nozizeptiven, schmerzerzeugenden Reiz gewährleistet.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß austauschbare, an einem bügelförmigen Stativ gegenüberliegend angebrachte, differenzierten methodischen und anatomischen Erfordernissen entsprechende Druckapplikatoren und Widerlager mit weitgehend standardisierten Kontaktflächen der Druckapplikation dienen. Den unterschiedlichen Abmessungen der zu algometrierenden Hand-, Vorfuß-, Unterarm-, Schienbein- und Stirnbereiche wird durch die Dimensionierung des bügelförmigen Stativs und die verstell- und arretierbaren Widerlager Rechnung getragen. Form und Größe der jeweiligen Druck- oder Kontaktfläche gewährleisten die Applikation des aus klinischer und neurophysiologischer Sicht erforderlichen stumpfen Druckreizes.

Bei der quantitativen Erfassung des klinisch und insbesondere für Therapieeffizienzbeurteilungen sehr wichtigen Gänsslen'schen Zeichens in Form des für die Schmerzauslösung erforderlichen seitlichen Kompressionsdruckes auf die Fingergrundgelenke II-V und auf die Vorfüße wird mit Hilfe eines zusätzlichen, seitlich am bügelförmigen Stativ verstellbar angebrachten Widerlagers ein Durchwölben und Ausweichen der Hand und des Vorfußes vermieden.

Der Druckapplikator ist fest mit dem Kraftarm eines Kraftwaagesystems verbunden, seine Kontaktfläche bildet mit der als Auflage dienenden oberen Gehäusefläche eine Ebene. Der Schwerpunkt des Kraftwaagesystems fällt mit seiner reibungsarm gelagerten Drehachse zusammen. In dem Kraftwaagesystem wird die erforderliche konstant zunehmende Druckkraft ohne größeren Wegeverlust durch eine integrierte Antriebseinheit realisiert, die mittels einer Spindel ein Gewicht am Lastarm verschiebt. Durch ein angekoppeltes elektronisches Steuer-, Meß- und Speichersystem wird den Erfordernissen einer mechanisierten algometrischen Meßserie entsprochen. Sicherheitstechnisch werden zusätzliche Beeinträchtigungen der vorgeschädigten Gelenke durch voreinstellbare, nicht zu überschreitende maximale Belastungswerte und eine über einen seitlich überragenden Handgriff je-

derzeit mögliche momentane Druckunterbrechung vermieden.

Die linear zunehmende Druckbelastung kann mit Hilfe eines Drehschalters nach vorwählbaren unterschiedlichen Geschwindigkeitsstufen variiert werden, während der für die Druckalgotrie nicht relevante Druckentlastungsvorgang mit Hilfe eines Schnellrücklaufs erfolgt. Bei Erreichen der Schmerztoleranzgrenze ist eine automatische Druckentlastung gewährleistet. Für die Anwendung eines statischen Druckes ist eine zeitliche Begrenzung vorwählbar.

Unter den spezifischen medizinischen Bedingungen kommen für die universellen Anwendungsbereiche des Druckalgometers nur wenige prinzipielle Alternativlösungen in Betracht. Die Nachteile eines elektromagnetischen Wirkprinzips wurden bereits geschildert; ein prinzipiell mögliches hydraulisches Verbundsystem wäre mit großer Störanfälligkeit verbunden. Ein am Lastarm eines Hebelsystems in einem bestimmten Übersetzungsverhältnis angebrachtes Gefäß mit genormtem und geeichtem Flüssigkeitszulauf bietet nicht die Möglichkeit einer präzisen Meßwertverarbeitung bzw. -speicherung.

Der Notwendigkeit einer standardisierten, wegunabhängigen simultanen Druckapplikation und -messung mit Meßwertspeicherung und eines universellen Einsatzes in unterschiedlichen Körperregionen des Patienten wird mit dem Prinzip der mechanischen Kraftwaage am besten entsprochen.

Ausführungsbeispiel

Statische Beschreibung

Das zweiteilige Gerät besteht aus einer dosierten Druck erzeugenden, nach außen verkleideten Kraftwaage mit aufgesetztem Druckapplikationssystem gemäß Fig. 1, 2 und einem in einer zweiten Einheit befindlichen elektronischen Meß- und Steuerungssystem mit digitaler Datenanzeige und -speicherung gemäß Fig. 3.

Druckapplikationssystem

Die austauschbaren Druckapplikatoren 1, 2 sind am Kraftarm 3 eines Kraftwaagesystems befestigt, an dessen mit einer Grundplatte 4 fest verbundenen bügelförmigen Stativ 5 mittels einer Klemmschraube 6 gegenüberliegend die gleichfalls austauschbaren Widerlager 7, 8 sowie ein seitliches Widerlager 9 verstell- und arretierbar angebracht sind. Abmessungen und Form des bügelförmigen Stativs 5 sowie der Druckapplikatoren 1, 2 und Widerlager 7, 8, und der applizierbare Druck entsprechen dem Verwendungszweck des Gerätes, die arthritische und "neutrale" Druckschmerzempfindlichkeit in so unterschiedlichen Bereichen wie Fingereinzalgelenk, Mittelhand und Kopf (Stirn) zu messen. Die Kontaktflächen der Druckapplikatoren 1, 2 bilden bei Nullstellung des Kraftwaagesystems mit der als Auflage dienenden oberen Gehäusefläche 18 eine Ebene.

Druckkrafterzeugungssystem

Der linear zunehmenden Druckkrafterzeugung dient das in seinem Schwerpunkt durch eine Drehachse 16 am Stativ 5 reibungsarm gelagerte Kraftwaagesystem gemäß Fig. 1, in dem eine integrierte Antriebseinheit 10 über eine Spindel 11 ein mit Hilfe eines Rollagers 12 am Lastarm 13 gelagertes Gewicht 14 verschiebt. Durch installierte Endkontaktschalter 15 können dabei die Ausgangs- und Endpunkte vom Gewicht 14 nicht überschritten werden. Das durch einen Schlitz am seitlichen Gehäuse 18 herausragende, mit einem Griff versehene Lastarmende 19 dient sicherheitstechnisch der jederzeit möglichen sofortigen Druckunterbrechung. An der motorgetriebenen Spindel 11 werden durch eine Abtasteinheit 17 Impulse für die digitale Druckkraftanzeige erzeugt.

Druckkraftregistrierung und -steuerung

Fig. 3 zeigt die Vorderansicht des als Meß- und Steuereinheit dienenden Bedienpultes des Gerätes. Der applizierte Druck wird simultan fortlaufend angezeigt. Die Speicherung von jeweils 3 Druckkraftwerten einer Meßserie (Druckempfindung, Schmerzschwelle und Schmerztoleranz) erfolgt in einem dreiteiligen und jeweils dreistelligen digitalen Anzeigesystem 30/I-III

durch Druck auf die mit Lichtsignalen versehenen Tasten 23, 24, 25. Die konstruktive Auslegung des Gerätes erlaubt eine Meßbreite von 0 - 250 Newton. Zur Steuerung der Druckbelastung dienen der Geräteschalter 29, der Schalter 21 für den Druckanstieg, Schalter 22 für die schnelle Druckentlastung und der Stop-Schalter 20. Die Drehschalter 26, 27, 28 gestatten die Vorwahl von insgesamt 5 Geschwindigkeiten des Druckanstieges (60, 80, 100, 120 und 140 Newton /min.), die Vorwahl der maximal anzuwendenden Druckkraft als Sicherheitsmaßnahme bei vorgeschädigten Gelenken sowie die Vorwahl einer zeitlichen Begrenzung einer statischen Druckbelastung. Die Dauer einer statischen Belastung wird im Anzeigesystem 30/T angezeigt.

Fig. 6 zeigt die wesentlichen Elemente des elektronischen Steuer- und Meßsystems 35. Ein logisches Netzwerk 36 ist an seinen Eingängen mit den Schaltern 20, 21, 22 und den Drehschaltern 27 und 28 verbunden.

An den Ausgängen stehen die Steuersignale S1, S2, S3 und S4 bereit. Das Steuersignal S1 dient zum Sperren bzw. zur Freigabe des Taktgenerators 33, der über ein System zur Leistungs- und Richtungsumkehr 34 mit der Antriebseinheit 10 in Verbindung steht.

Das Steuersignal S2 ist mit dem System 34 direkt verbunden und bewirkt gegebenenfalls eine Richtungsumkehr der Antriebseinheit 10. Die Abtasteinheit 17, die sich an der motorgetriebenen Spindel 11 befindet und die über die Verbindungsleitung 31 und das NAND-Gatter 38 an das Zählregister 37 elektrisch angekoppelt ist, wird über das Steuersignal S3 derart gesteuert, daß nur bei zunehmender Druckbelastung von der Abtasteinheit 10 Impulse an das Zählregister 37 gesendet, dort gezählt und durch das Anzeige- und Speichersystem 30 angezeigt werden können. Das Steuersignal S4 wirkt direkt auf den Sekundentaktgenerator 32, der über einen weiteren Eingang des NAND-Gatters 38 mit dem Zählregister 37 verbunden ist.

Funktionsbeschreibung

Mit dem erfindungsgemäßen Algometer wird ein jederzeit meßbarer konstant ansteigender Druck auf definierte Flächen unter standardisierten Bedingungen appliziert. Der damit in arthri-

tischen und neutralen Regionen induzierte experimentelle bzw. entzündliche Druckschmerz wird in seinen wesentlichen Kenngrößen, der für Druckempfindung, Schmerzschwelle (bzw. -auslösung) und -toleranz aufgewandten Druckkraft erfaßt, indem bei entsprechender Signalgebung durch den Patienten diese Parameter durch Bedienung der Tasten 23, 24, 25 in das Speichersystem eingegeben werden. Mit unterschiedlichen, leicht austauschbaren Druckapplikatoren werden diese Messungen über entzündlichen und nichtentzündlichen Fingereinzeln Gelenken, als seitlicher Kompressionsdruck über den Fingergrundgelenken II-V und den Zehen- grundgelenken I-V, am Übergang zwischen mittlerem und distalem Drittel von Radius und Ulna sowie über der Schienbeinvorderfläche und Stirn vorgenommen. Die druckalgometrischen Meßpunkte sind in Fig. 4 und 5 dargestellt.

Für die Druckalgometrie der neutralen und entzündlich veränderten Fingereinzeln Gelenke P_1 , P_2 werden ein kegelstumpfförmiger Druckapplikator 1 mit gleichförmigem Widerlager 7, für Stirn P_5 und Schienbeinvorderfläche P_6 ebenfalls ein kegelstumpfförmiger Druckapplikator 1, auf der Gegenseite zum Fixieren des Kopfes bzw. Unterschenkels ein als Widerlager 8 dienender konkaver Backen und für Radius und Ulna P_4 als Druckapplikator und Widerlager konkave Backen 2, 8 verwendet. Zur druckalgometrischen Erfassung des Gänsslen'schen Zeichens wird auf die Fingergrundgelenke II-V und den Vorfuß mit Hilfe der beiden konkaven Backen 2, 8 ein seitlicher Kompressionsdruck P_3 und P_7 ausgeübt, wobei durch Anlage eines mit Hilfe einer Klemmschraube 6 am Stativ 5 verschieb- und arretierbaren seitlichen Widerlagers 9 ein Ausweichen und Durchwölben der Hand oder des Vorfußes vermieden werden.

Vor Einleitung der Druckapplikation sind Druckanstiegsgeschwindigkeit (Drehschalter 26) und maximal applizierbare Druckkraft (Drehschalter 27) nach ärztlicher Anweisung vorzuwählen. Der eingestellte Maximaldruck wird während des Meßvorganges nicht überschritten, eine Maßnahme, die der Sicherheit bei vorgeschädigten Gelenken dient.

Der Druckbelastungsvorgang (ab Null) wird durch Bedienung der Taste 21 eingeleitet. Die dadurch in Gang gesetzte Gewichtsverlagerung am Lastarm 13 führt zur linear zunehmenden Druck-

applikation auf die Untersuchungsregion. Durch Impulse der Abtasteinheit 17 wird die applizierte Druckkraft im digitalen Anzeige- und Speichersystem 30 fortlaufend simultan optisch sichtbar gemacht und durch Bedienung der Tasten 23, 24, 25 die mechanoalgometrischen Schwellen- und Toleranzwerte gespeichert. Dabei werden die Druckempfindung durch die verbale Qualifizierung "Druck", die Schmerzschwelle durch die Äußerung "Schmerz" und die Schmerztoleranz durch "Stop" vom Patienten signalisiert. Bei Bedienung der Taste 25 wird die ansteigende Druckapplikation unterbrochen. Bei vorhergehender Einstellung des Drehschalters 28 auf 1 sec. folgt sofort die automatische Druckentlastung, ansonsten muß durch Bedienung der Taste 22 der schnelle Rücklauf eingeleitet werden.

Der Rücklauf führt automatisch wieder zur Nullstellung des Kraftwaagesystems, bei der sich der jeweilige Druckapplikator auf gleicher Höhe wie die Auflagefläche befindet. Bei Gefahr oder inadäquaten Patientenreaktionen kann die Druckapplikation jederzeit entweder durch Drücken der Tasten 20, 22 (schneller Rücklauf) oder besser durch manuelles Anheben des rechtsseitig am mechanischen Geräteteil sichtbaren Griffes 19 am Lastarmende sofort unterbrochen werden.

Nachfolgend wird die Funktion des elektronischen Steuer- und Meßsystems 35 näher erläutert. Nach dem Einschalten der Betriebsspannung und dem Grundrücksetzen durch das Signal NRM befindet sich das gesamte Steuer- und Meßsystem 35 in Grundstellung, in der sich die Antriebseinheit 10 in Ruhe befindet, in der dem Zählregister 37 sowohl von der fotoelektrischen Abtasteinheit 17 als auch vom Sekundentaktgenerator 32 keine Zählimpulse angeboten werden und in dem das Zählregister 37 als auch das digitale Anzeige- und Speichersystem 30 auf Null gelöscht sind.

Mittels Drehschalter 26, 27 und 28 werden die vorstehend beschriebenen Vorwahlfunktionen eingestellt. Durch Bedienung der Taste 21 wird der ansteigende Druckbelastungsvorgang eingeleitet. Das logische Netzwerk 36 gibt über das Steuersignal S1 den Taktgenerator 33 frei, der über das System der Leistungs- und Richtungsumkehr 34 die Antriebseinheit 10 derart in Bewegung setzt, daß ein ansteigender Druckbelastungsvorgang

einsetzt. Gleichzeitig wird durch das Steuersignal S3 die Abtasteinheit 17 zur Abgabe von Impulsen vorbereitet.

Die in der Phase der Bewegung von der Abtasteinheit 17 erzeugten und im Zählregister 37 gezählten Impulse, die einem bestimmten Druckkraftinkrement repräsentieren, werden im digitalen Anzeige- und Speichersystem 30, ausgelöst durch Betätigung der Tasten 23, 24 und 25, gespeichert und angezeigt.

Nach dem Erreichen der mittels Drehschalter 27 maximal zu applizierenden Druckkraft, der Zeitpunkt wird durch Vergleich der voreingestellten, mit den im Anzeige- und Speichersystem 30 gespeicherten Druckkraft ermittelt, oder durch Betätigung der Taste 25 wird die Antriebseinheit 10 gestoppt.

In der folgenden Phase wird durch das Steuersignal S4 der Sekundentaktgenerator 32 aktiviert, so daß das Zählregister 37 die Zeitimpulse zählen und das digitale Anzeige- und Speichersystem 30 speichern und anzeigen kann.

Nach dem Erreichen der mittels Drehschalter 28 vorgewählten Zeitgrenze für die Druckbelastung oder durch Betätigung des Schalters 22 wird eine schnelle Druckentlastung eingeleitet, indem durch das Steuersignal S2 über das System der Leistungs- und Richtungsumkehr ein schneller Rücklauf der Antriebseinheit 10 und ein Transport des verschiebbaren Gewichtes in die Ausgangsstellung eingeleitet wird.

Bei Erreichung der Ausgangsstellung wird mittels Endschalter 15 die Antriebseinheit 10 ausgeschaltet.

Im digitalen Anzeige- und Speichersystem 30 stehen alle für die Messung signifikanten Meßwerte bis zur Einleitung einer neuen ansteigenden Druckbelastung zur Ablesung bereit.

Fig. 7 gibt einen Überblick vom zeitlichen Wirken der Steuersignale S1 bis S4.

Darin bedeuten

T 1 - Zeitpunkt des Beginns der Druckalgometrie
(ausgelöst durch Schalter 21)

- ..
- T 2 - Zeitpunkt des Erreichens der maximal zulässigen Belastung
(ausgelöst durch Drehschalter 27) bzw. an dem der zunehmende Belastungsvorgang beendet wird
(ausgelöst durch Schalter 20)
- T 3 - Zeitpunkt, an dem die statische Belastung abgebrochen wird
(ausgelöst durch Schalter 22) bzw. an dem die Zeitgrenze der Druckbelastung erreicht ist
(ausgelöst durch Drehschalter 28)
- T 4 - Zeitpunkt, an dem sich das Druckalgometer wieder in Ausgangsstellung befindet
(ausgelöst durch Endschalter 15).

1. Druckalgometer mit elektronischem Steuer- und Meßsystem zur definierten wegarmlen linear zunehmenden Druckkraft-erzeugung und -messung für die Quantifizierung der arthritischen und neutralen Druckschmerzschwelle und -toleranz in ihren mechanischen Kenngrößen über vergleichbaren Körperregionen, dadurch gekennzeichnet, daß an einem mit der Grundplatte (4) fest verbundenen bügelförmigen Stativ (5) einerseits ein Kraftwaagesystem in seinem Schwerpunkt mit einer Drehachse (16) reibungsarm gelagert ist, welches ein auf dessen Lastarm (13) verschiebbares Gewicht (14), eine in das System integrierte Antriebseinheit (10) und eine Spindel (11) mit einer Abtasteinheit (17) umfaßt, wobei auf dessen Kraftarm (3) austauschbare, den zu untersuchenden Körperstellen angepaßte, standardisierte Druckapplikatoren (1; 2) so angeordnet sind, daß deren Kontaktflächen sich im Ruhezustand mit der als Auflage dienenden oberen Fläche des Gehäuses (18) in einer Ebene befinden und andererseits am bügelförmigen Stativ (5) den Druckapplikatoren gegenüberliegend und seitlich sich arretierbare Widerlager (7; 8; 9) befinden, und ein elektronisches Steuer- und Meßsystem mit digitaler Anzeige und Speicherung (35) für Druckkraft- und Zeitkennwerte über eine Verbindungsleitung (31) an die Abtasteinheit (17) und Antriebseinheit (10) angekoppelt ist.
2. Druckalgometer nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß das elektronische Steuer- und Meßsystem (35) ein logisches Netzwerk (36) aufweist, welches eingangsseitig mit zwei Drehschaltern (27; 28) und drei Schaltern (20; 21; 22) und ausgangssseitig in Verbindung steht mit einem Eingang der Abtasteinheit (17), mit einem Eingang eines Sekundentaktgenerators (32), deren Ausgänge über ein NAND-Gatter (33) und einem Zählregister (37) mit einem Eingabetasten (23; 24; 25) aufweisenden elektronischen Speicher- und Anzeigesystem (30) verbunden sind, und mit einem Eingang eines mittels Drehschalters (26) einstellbaren Taktgenerators (33), dessen Ausgang über einen ersten Eingang eines Systems zur Leistungsverstärkung und Richtungsumkehr (34) mit dem Antriebs-

system (35) verbunden ist, und dessen zweiter Eingang direkt mit einem Ausgang des logischen Netzwerkes (36) in Verbindung steht.

3. Druckalgometer nach Punkt 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Abtasteinheit (17) unmittelbar an der Spindel (11) angeordnet ist.
4. Druckalgometer nach Punkt 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in dem elektronischen Steuer- und Meßsystem Drehschalter zur Vorwahl einer Druckanstiegsgeschwindigkeit (26), einer Druckbelastungsgrenze (27) und einer Zeitgrenze für Druckbelastungen (28) angeordnet sind.
5. Druckalgometer nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Lastarm (13) endseitig mit einem Griffstück (19) versehen ist, welches aus der Verkleidung (18) herausragt.
6. Druckalgometer nach Punkt 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die applizierbare Druckkraft 0 - 250 Newton beträgt.
7. Druckalgometer nach Punkt 1, dadurch gekennzeichnet, daß am Lastarm (13) Endkontakte (15) angeordnet sind.

Hierzu 6 Seiten Zeichnungen

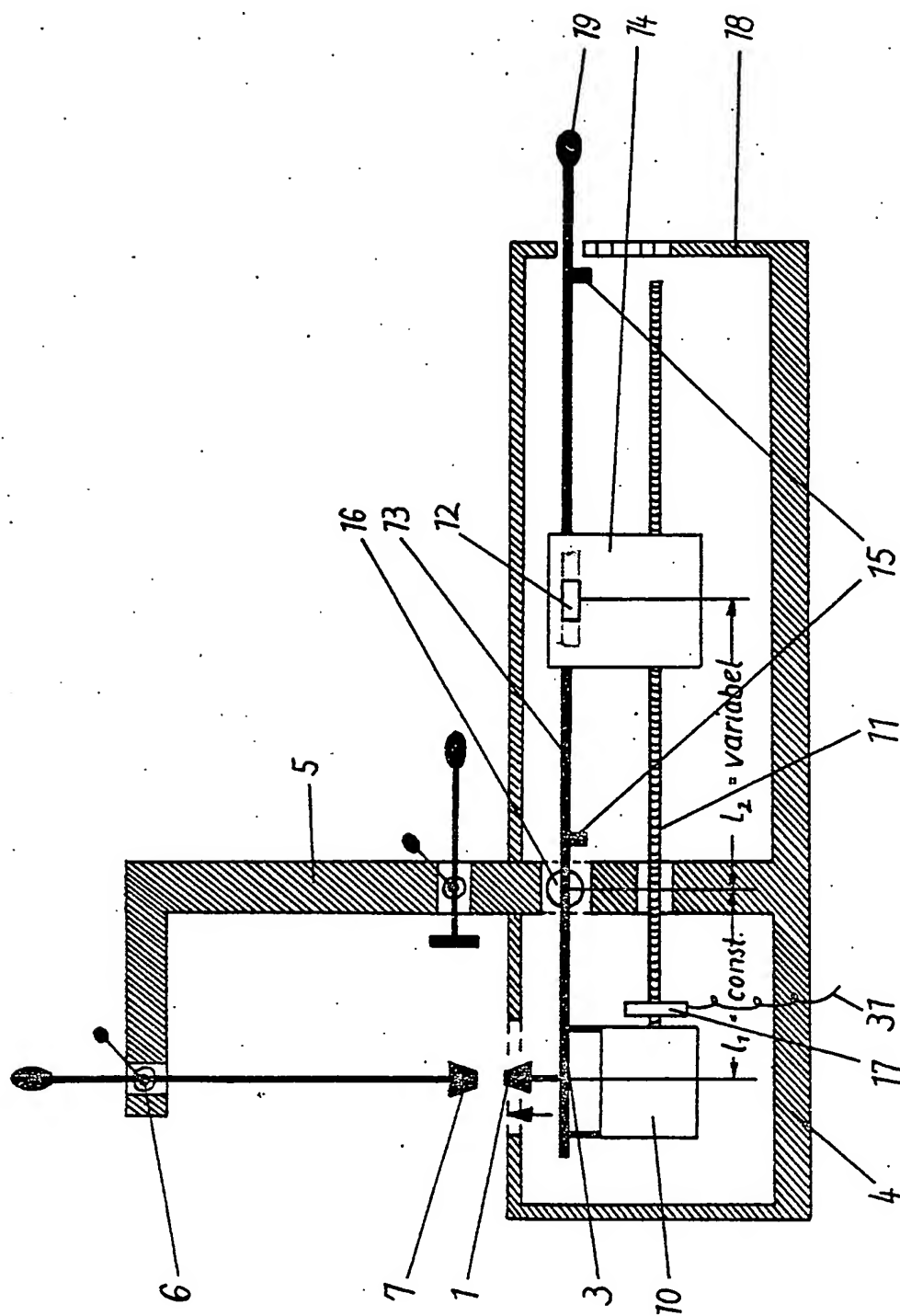


Fig. 1

Fig. 2

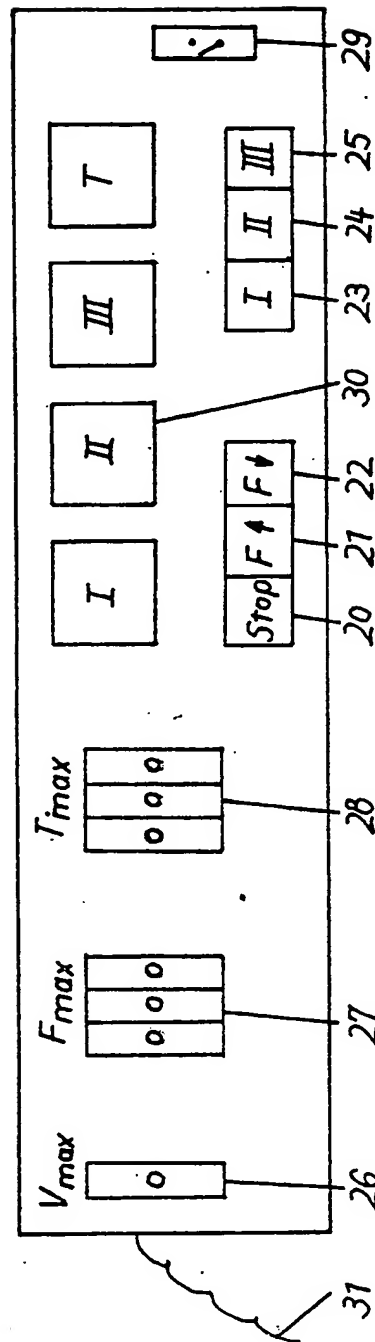


Fig. 3

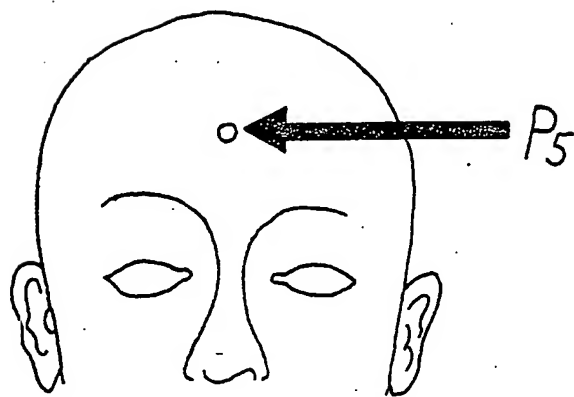
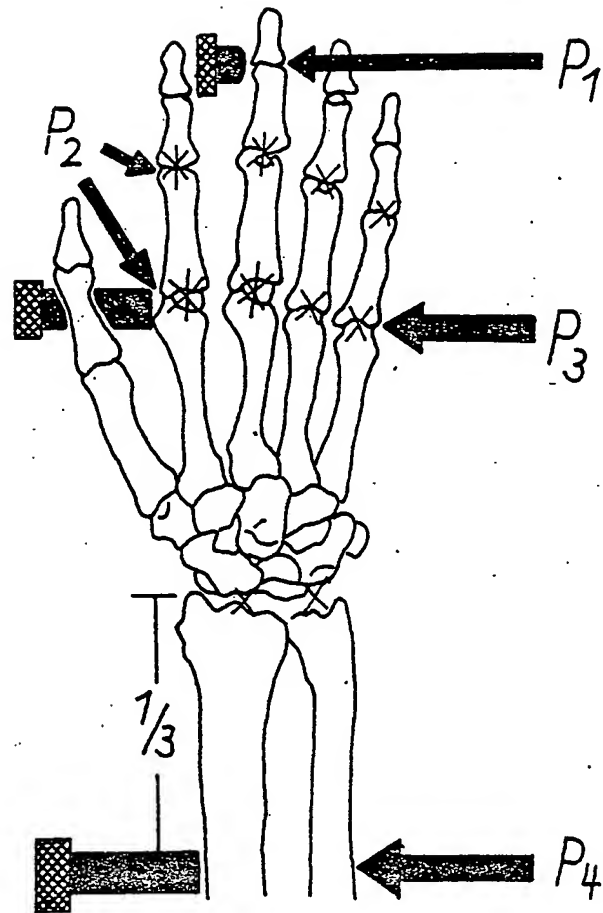


Fig. 4

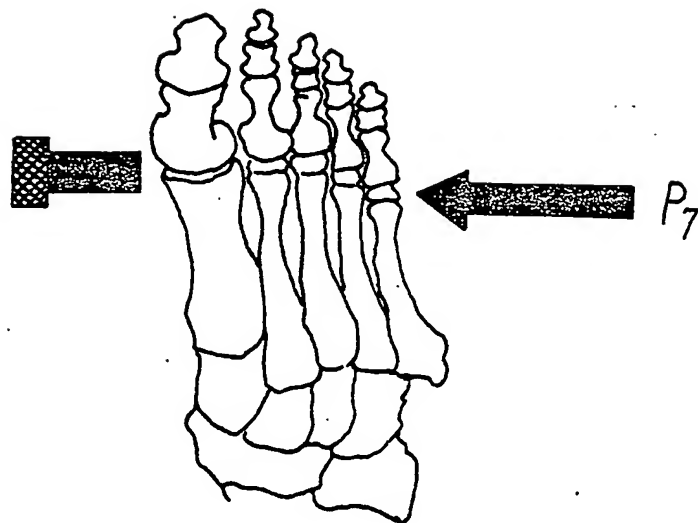
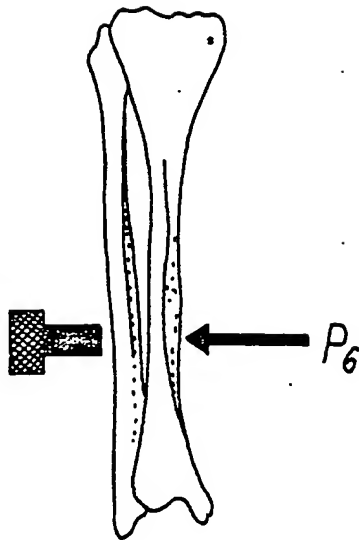
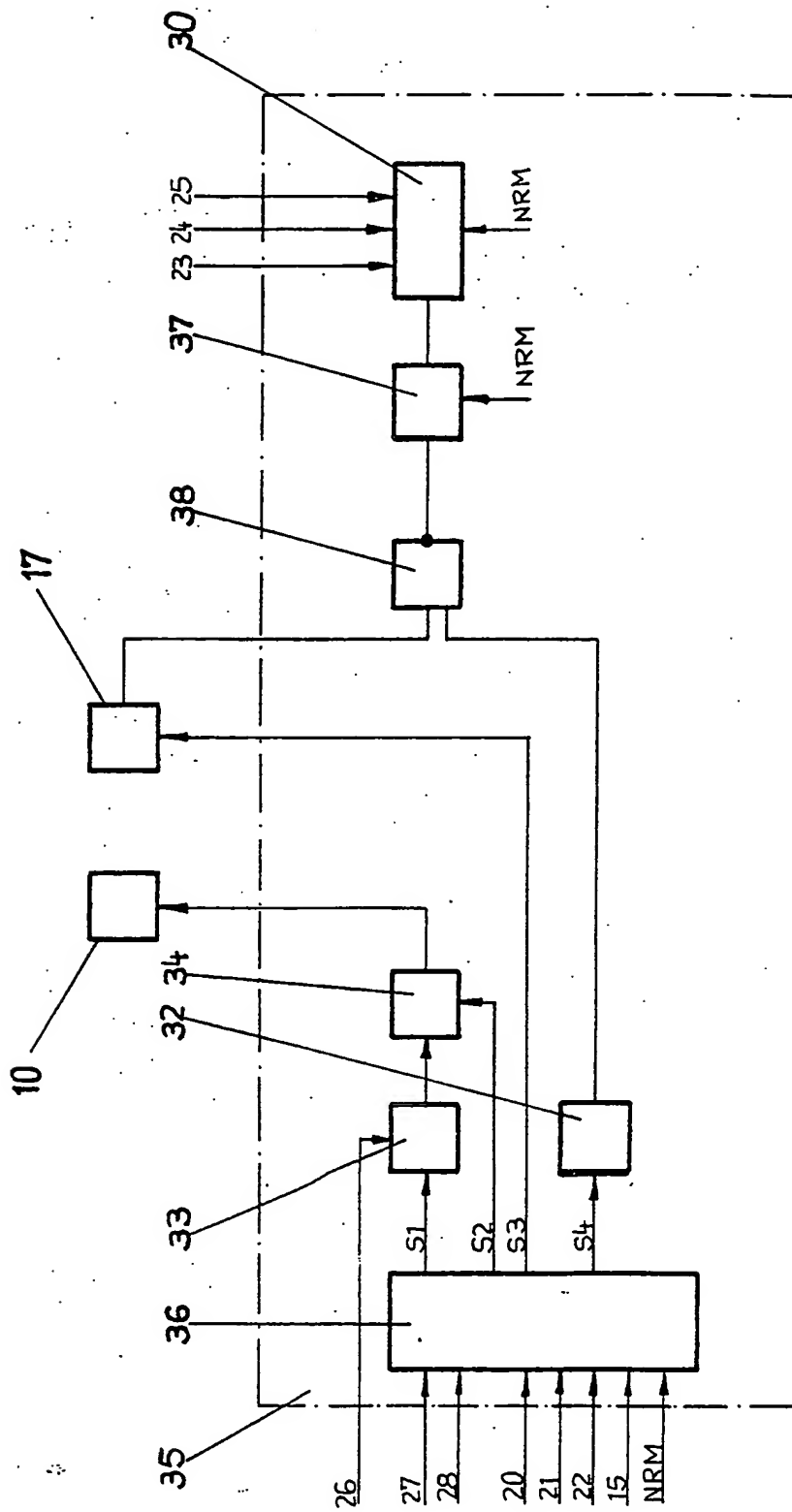
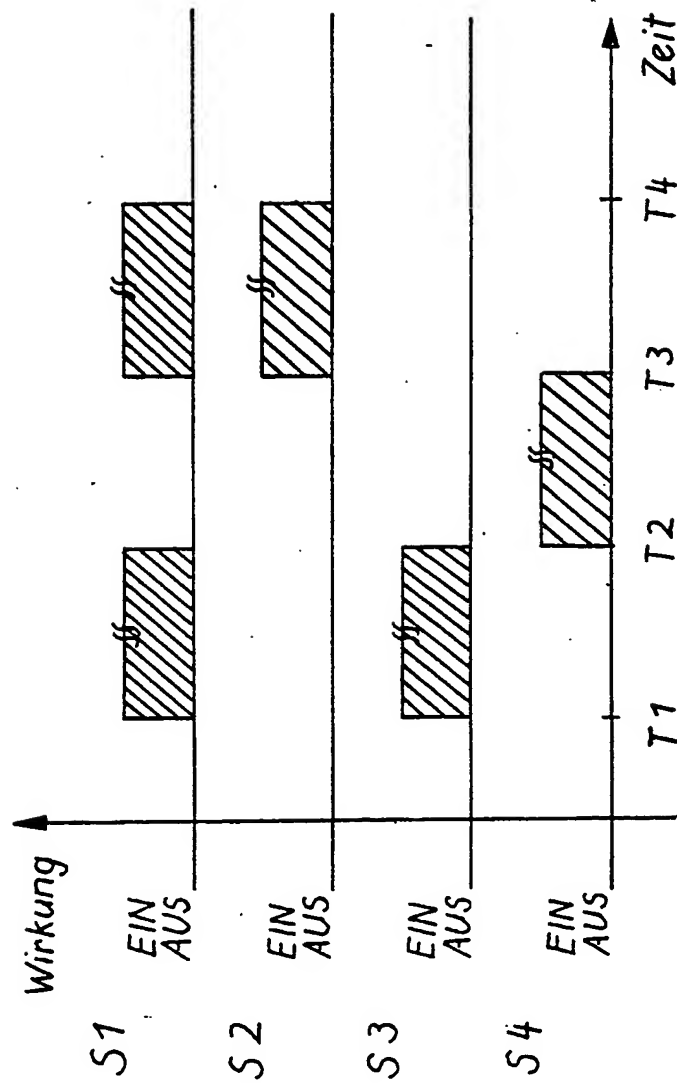


Fig. 5



Figur 6



Figur 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.